

STUDI EKSPERIMEN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN SEMEN PPC DENGAN TAMBAHAN SIKAMENT LN

Sutrianus Arief¹, Chrisna Djaya Mungok², Eddy Samsurizal²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Email: sutrianus_arief@yahoo.com

Abstrak: Tulisan ini menyajikan hasil penggunaan bahan tambah Sikament LN yang dicampurkan kedalam adukan beton normal dengan kadar pencampuran yang bervariasi yaitu 0,7%, 1%, 1,3% dengan control slump 7- 10 cm. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan ukuran Ø 15 cm tinggi 30 cm. Bertujuan untuk mengetahui perbandingan peningkatan kuat tekan beton normal terhadap tambahan sikament LN yang bervariasi dengan kontrol slump 7 – 10 cm yang menggunakan semen PPC. Job mix formula menggunakan metode ACI. Dari hasil penelitian nilai kuat tekan karakteristik beton umur 28 hari menggunakan sikament LN (0,7 %, 1,0 %, 1,3 %) terjadi peningkatan bila dibandingkan dengan beton normal tanpa *additive*. Kuat tekan karakteristik masing-masing variasi benda uji umur 28 hari berturut-turut mencapai (36,54 Mpa; 39,02 Mpa; dan 46,22 Mpa) sedangkan kuat tekan karakteristik beton normal tanpa *additive* 26,55 Mpa.

Kata Kunci : Kuat tekan, Semen PPC, Slump 7-10 cm, *additive* Sikament LN.

Abstract: This paper presents the results of the use of materials added Sikament LN mixed into the concrete mixing normal with varying levels of 0.7%, 1%, 1.3% with control Slump 7- 10 cm. Specimens made cylindrical with size Ø 15 cm height 30 cm. Aims to determine the ratio of the increase in concrete compressive strength normal to the additional Sikament LN which varies with the control Slump 7-10 cm using PPC cement. Job mix formula using the ACI method. From the research, the characteristics of the compressive strength of concrete age of 28 days using sikament LN (0.7%, 1.0%, 1.3%) increased when compared with normal concrete without additives. Characteristic compressive strength of each specimen variation of 28 days in a row to reach (36.54 MPa; 39.02 MPa, and 46.22 MPa) while the characteristic compressive strength of normal concrete without additives 26.55 MPa.

Keywords: Compressive strength, PPC Cement, Slump 7-10 cm, additive Sikament LN.

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangannya, beton dalam hal konstruksi bangunan sering digunakan sebagai struktur dan dapat digunakan untuk hal lainnya. Banyak penelitian telah dilakukan tentang teknologi beton untuk memenuhi kebutuhan dalam hal infrastruktur dimulai dari gedung, jalan, jembatan, irigasi dan lain sebagainya.

Pada umumnya bahan penyusun beton adalah semen, agregat dan air yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan tersebut. Untuk semen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Semen portland pozolan (PPC). Pada proses pengerjaan adukan beton di lapangan juga sering terjadi permasalahan berupa pengadukan dan pengecoran akibat dari pengurangan jumlah penggunaan air untuk meningkatkan mutu beton, maka perlu menggunakan *additive* (bahan tambah) sebagai campuran adukan beton yang digunakan untuk campuran beton supaya lebih plastis agar memudahkan pengecoran dan mempercepat pengerasan beton. Pada penelitian ini, peneliti berinovasi dengan menambahkan Sikament LN terhadap campuran beton normal untuk mengetahui perbandingan peningkatan kuat tekan beton normal terhadap tambahan sikament LN 0,7%, 1%, 1,3% dengan kontrol slump 7 – 10 cm yang menggunakan semen PPC.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah suatu campuran antara semen, agregat mineral dan air, yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan tersebut. Bahan air dan semen menimbulkan hidrasi yang kemudian mengikat butiran-butiran agregat menjadi satu.

Perencanaan campuran beton yang sering digunakan dalam pelaksanaan konstruksi umumnya harus dapat memenuhi:

- Persyaratan kekuatan
- Persyaratan keawetan
- Persyaratan kemudahan pekerjaan dan
- Persyaratan ekonomis

2.1. Bahan Tambah Campuran Beton

Bahan tambah (*additive*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Berdasarkan ACI (*American Concrete Institute*), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung.

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

2.1.1. Sikament LN

Sikament-LN adalah jenis bahan tambah kimia untuk pengurang kadar air (*waterreducer*) dan mempercepat waktu ikat (*accelerator*). Sesuai dengan namanya (*water reducer*), *admixture* jenis ini berguna untuk mengurangi air campuran tanpa mengurangi *workability*. *Admixture* ini juga dapat mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton yang memerlukan

waktu penyelesaian segera atau sebagai *accelerator*.

Sikament LN dapat digunakan pada batas pemakaian dosis 0,30% - 2,0% dari total berat semen tergantung pada persyaratan mengenai workability dan kekuatan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa percobaan yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, dengan jumlah benda uji sebanyak 100 benda uji. Tiap-tiap variabel campuran Sikament LN 0%, 0,7%, 1% dan 1,3% sebanyak 25 benda uji.

Pekerjaan penelitian meliputi:

Pemeriksaan material

Analisa bahan dilakukan terhadap agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Agregat halus dilakukan Pemeriksaan Kadar Zat Organik, Pemeriksaan Kadar Lumpur, Pemeriksaan Kadar air, Pemeriksaan Gradasi, Berat Jenis dan Penyerapan Air dan Pemeriksaan Berat Volume. Untuk agregat kasar dilakukan Pemeriksaan Kadar Air, Analisis Gradasi, Berat Jenis dan Penyerapan Air dan Berat Volume Agregat.

Perencanaan komposisi campuran

Setelah dilakukan analisa bahan, maka dapat dilakukan perhitungan campuran beton berdasarkan metode ACI.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan di dalam perhitungan komposisi campuran dengan metode ACI yaitu :

- Merencanakan tinggi slump.
- Menentukan nilai tambah kuat tekan beton yang dibutuhkan.
- Menentukan ukuran maksimum agregat kasar.
- Menentukan rencana air adukan/ m^3 beton dan

menentukan persentase udara yang terperangkap dan Menentukan W/C ratio.

Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji dimulai dari proses penimbangan material sesuai dengan komposisi campuran desain ACI yang telah dihitung, setelah semuanya siap masuk pada proses pengadukan campuran, pengadukan campuran dilakukan dengan menggunakan mesin molen. Pertama pasir dimasukkan dan diikuti dengan semen, mesin molen dalam keadaan berputar sehingga pasir dan semen dapat tercampur merata, kemudian agerat kasar (batu) dimasukan sampai campuran merata. Setelah campuran tersebut merata masukan air. Kemudian dilakukan uji slump, Percobaan slump ini dilakukan untuk mengukur tingkat kelecakan dari adukan beton. Percobaan ini menggunakan alat antara lain corong baja yang berbentuk konus berlobang pada kedua ujungnya, tongkat baja dengan bagian ujungnya tajam, lempengan besi untuk meletakkan corong baja agar rata. Corong baja diatas lempeng besi dengan diameter besar dibawah, dan diameter kecil diatas. Masukan adukan beton muda kedalam corong baja sebanyak $1/3$ (sepertiga) dari volume corong dan ditumbuk sebanyak 25 (dua puluh lima) kali dengan tongkat baja. Lakukan hal yang sama sampai corong baja tersebut terisi penuh dan ratakan dengan tongkat baja. Setelah itu diamkan selama kurang lebih 60 detik dan kemudian angkat corong keatas secara vertical. Hitunglah besar penurunan dari beton tersebut setelah corong tersebut diangkat. Setelah slump tercapai, adukan beton yang telah merata dituang kedalam tempat cetakan yang telah disiapkan, sebelumnya cetakan telah diolesi dengan oli, dalam

hal ini cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran $\varnothing 15$ cm dan tinggi 30 cm.

Perawatan Benda Uji

Setelah beton yang dicor berumur 1 (satu) hari (24 Jam), bekesting atau cetakan beton dibuka kemudian benda uji berbentuk silinder yang telah dibuka dari cetakannya dimasukan kedalam air yang telah disediakan di Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Perendaman tersebut dilakukan sampai sampel beton tersebut akan ditest / uji kuat tekannya.

Uji kuat Tekan

Setelah melewati masa perawatan atau perendaman, benda uji perlu dikeluarkan untuk dipersiapkan guna uji kuat tekan silinder sesuai umur harinya (3, 7, 14, 21 dan 28 hari).

Rumus untuk menentukan nilai kuat tekan benda uji :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

$$f'_c = \frac{\sum_{i=1}^n f'_c}{n}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'_c - \sum f'_c)^2}{n-1}}$$

$$f'_{c_r} = f'_c - 1,64S_d$$

Keterangan :

f'_{c_r} = Kuat tekan Karakteristik (MPa)
P = Beban uji maksimum (N)

A = Luas penampang (mm^2)
 f'_c = Kuat tekan Rata-rata (MPa)
 S_d = Standar Deviasi
n = Jumlah Sampel Benda Uji

4. ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1. Bahan

Hasil pemeriksaan agregat di laboratorium diperoleh bahwa agregat halus (pasir) mempunyai modulus kehalusan butir 2,63, kadar lumpur sebesar 0,2492%, kadar air 2,665%, penyerapan (*absorpsi*) rata-rata sebesar 0,44 % dan berat volume 1492,5 kg/m^3 . Untuk hasil pemeriksaan agregat kasar (kerikil), modulus kehalusan butir sebesar 2,710, kadar air 0,272%, penyerapan (*absorpsi*) rata-rata sebesar 0,69 % dan berat volume 1607,5 kg/m^3 .

4.2. Hasil uji sampel

Dari hasil penelitian, nilai kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan varian penambahan SikamentnLNn(0,7%, 1%, 1,3%) terjadi peningkatan bila dibandingkan dengan beton normal tanpa *additive*. Kuat tekan karakteristik masing-masing varian benda uji umur 28 hari berturut-turut mencapai (36,54 Mpa; 39,02 Mpa; dan 46,22 Mpa) sedangkan kuat tekan karakteristik beton normal tanpa *additive* 26,55 Mpa. Informasi yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah semakin besar penambahan Sikament LN dengan kontrol slump 7-10 cm maka kuat tekannya semakin meningkat.

Table 1 Hasil Kuat Tekan karakteristik Beton normal atau tanpa *additive* Sikament LN 0 %

No Sample	Slump	Beban Max		Luas Penampang	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 H	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²	
		KN	N		3	7	14	21	28				
1	10	270	270,000	17662.5	15.287						27.298	0.226	0.051
2	10	255	255,000	17662.5	14.437						25.781	-0.623	0.388
3	10	275	275,000	17662.5	15.570						27.803	0.510	0.260
4	10	250	250,000	17662.5	14.154						25.276	-0.906	0.821
5	10	280	280,000	17662.5	15.853						28.309	0.793	0.628
1	10	310	310,000	17662.5		17.551					22.502	-1.076	1.157
2	10	330	330,000	17662.5		18.684					23.953	0.057	0.003
3	10	320	320,000	17662.5		18.117					23.228	-0.510	0.260
4	10	335	335,000	17662.5		18.967					24.316	0.340	0.115
5	10	350	350,000	17662.5		19.816					25.405	1.189	1.414
1	10	410	410,000	17662.5			23.213			25.232	0.793	0.628	
2	10	380	380,000	17662.5			21.515			23.385	-0.906	0.821	
3	10	415	415,000	17662.5			23.496			25.539	1.076	1.157	
4	10	390	390,000	17662.5			22.081			24.001	-0.340	0.115	
5	10	385	385,000	17662.5			21.798			23.693	-0.623	0.388	
1	10	480	480,000	17662.5				27.176		27.731	1.076	1.157	
2	10	460	460,000	17662.5				26.044		26.575	-0.057	0.003	
3	10	455	455,000	17662.5				25.761		26.287	-0.340	0.115	
4	10	450	450,000	17662.5				25.478		25.998	-0.623	0.388	
5	10	460	460,000	17662.5				26.044		26.575	-0.057	0.003	
1	10	490	490,000	17662.5					27.742	27.742	-0.283	0.080	
2	10	485	485,000	17662.5					27.459	27.459	-0.566	0.321	
3	10	480	480,000	17662.5					27.176	27.176	-0.849	0.721	
4	10	500	500,000	17662.5					28.309	28.309	0.283	0.080	
5	10	520	520,000	17662.5					29.441	29.441	1.415	2.003	
Jumlah					75.3008	93.1352	112.102	130.502	140.127	649.013		13.078436	
Kuat Tekan Rata-rata					15.0602	18.627	22.4204	26.1005	28.02548	26.0		0.5231374	
Standar Deviasi					0.738								
Kuat Tekan Karakteristik					24.750								

Table 2 Hasil Kuat Tekan Katakteristik Beton Menggunakan Sikament LN 0.7 %

No Sample	Slump	Beban Max		Luas Penampang	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 H	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
		KN	N		3	7	14	21	28			
1	9.5	330	330,000	17662.5	18.6837					33.364	-0.906	0.821
2	9.5	360	360,000	17662.5	20.3822					36.397	0.793	0.628
3	9.5	335	335,000	17662.5	18.9667					33.869	-0.623	0.388
4	9.5	370	370,000	17662.5	20.9483					37.408	1.359	1.846
5	9.5	335	335,000	17662.5	18.9667					33.869	-0.623	0.388
1	9.5	565	565,000	17662.5		31.9887				41.011	-0.623	0.388
2	9.5	590	590,000	17662.5		33.4041				42.826	0.793	0.628
3	9.5	560	560,000	17662.5		31.7056				40.648	-0.906	0.821
4	9.5	585	585,000	17662.5		33.121				42.463	0.510	0.260
5	9.5	580	580,000	17662.5		32.8379				42.100	0.226	0.051
1	9.5	600	600,000	17662.5			33.9703			36.924	-0.736	0.542
2	9.5	610	610,000	17662.5			34.5364			37.540	-0.170	0.029
3	9.5	615	615,000	17662.5			34.8195			37.847	0.113	0.013
4	9.5	640	640,000	17662.5			36.235			39.386	1.529	2.337
5	9.5	600	600,000	17662.5			33.9703			36.924	-0.736	0.542
1	9.5	660	660,000	17662.5				37.3673		38.130	0.510	0.260
2	9.5	640	640,000	17662.5				36.235		36.974	-0.623	0.388
3	9.5	645	645,000	17662.5				36.518		37.263	-0.340	0.115
4	9.5	660	660,000	17662.5				37.3673		38.130	0.510	0.260
5	9.5	650	650,000	17662.5				36.8011		37.552	-0.057	0.003
1	9.5	665	665,000	17662.5					37.6504	37.650	0.510	0.260
2	9.5	655	655,000	17662.5					37.0842	37.084	-0.057	0.003
3	9.5	650	650,000	17662.5					36.8011	36.801	-0.340	0.115
4	9.5	660	660,000	17662.5					37.3673	37.367	0.226	0.051
5	9.5	650	650,000	17662.5					36.8011	36.801	-0.340	0.115
Jumlah					97.9476	163.057	173.531	184.289	185.704	946.329439		11.251302
Kuat Tekan Rata-rata					19.5895	32.6115	34.7063	36.8577	37.1408	37.8531776		0.4500521
Standar Deviasi					0.685							
Kuat Tekan Karakteristik					36.730							

Table 3 Hasil Kuat Tekan Karakteristik beton menggunakan Sikament LN 1%

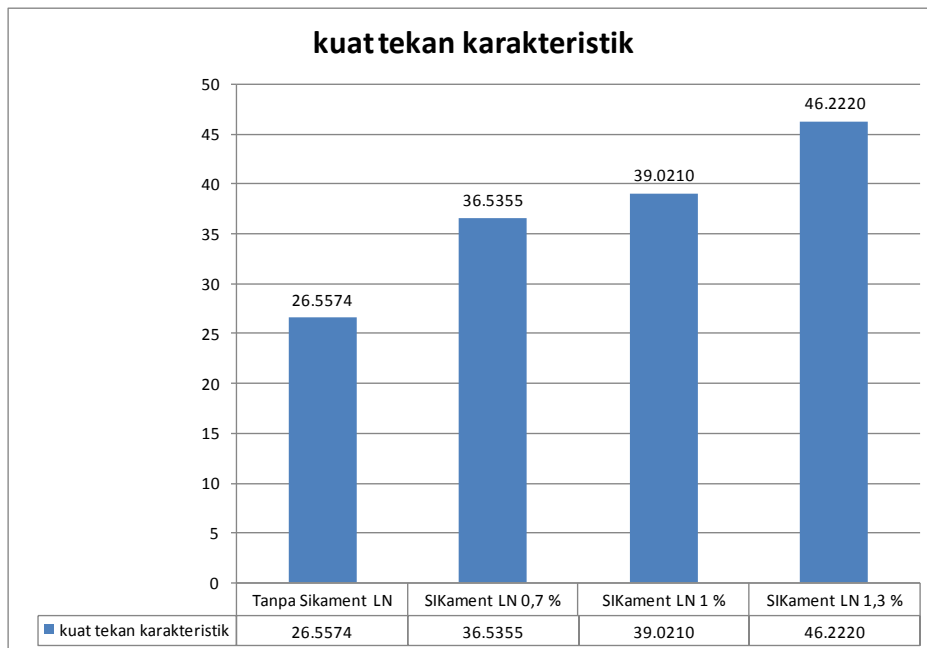
No Sample	Slump	Beban Max		Luas Penampang	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 H	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
		KN	N		3	7	14	21	28			
1	9	475	475,000	17662.5	26.893					48.023	-0.679	0.462
2	9	505	505,000	17662.5	28.592					51.057	1.019	1.039
3	9	515	515,000	17662.5	29.158					52.068	1.585	2.513
4	9	480	480,000	17662.5	27.176					48.529	-0.396	0.157
5	9	460	460,000	17662.5	26.044					46.507	-1.529	2.337
1	9	610	610,000	17662.5		34.536				44.277	0.453	0.205
2	9	630	630,000	17662.5		35.669				45.729	1.585	2.513
3	9	580	580,000	17662.5		32.838				42.100	-1.246	1.551
4	9	590	590,000	17662.5		33.404				42.826	-0.679	0.462
5	9	600	600,000	17662.5		33.970				43.552	-0.113	0.013
1	9	670	670,000	17662.5			37.933			41.232	0.736	0.542
2	9	640	640,000	17662.5			36.235			39.386	-0.962	0.926
3	9	670	670,000	17662.5			37.933			41.232	0.736	0.542
4	9	640	640,000	17662.5			36.235			39.386	-0.962	0.926
5	9	665	665,000	17662.5			37.650			40.924	0.453	0.205
1	9	670	670,000	17662.5				37.933		38.708	-0.793	0.628
2	9	700	700,000	17662.5				39.632		40.441	0.906	0.821
3	9	680	680,000	17662.5				38.500		39.285	-0.226	0.051
4	9	670	670,000	17662.5				37.933		38.708	-0.793	0.628
5	9	700	700,000	17662.5				39.632		40.441	0.906	0.821
1	9	725	725,000	17662.5					41.047	41.047	0.340	0.115
2	9	730	730,000	17662.5					41.331	41.331	0.623	0.388
3	9	700	700,000	17662.5					39.632	39.632	-1.076	1.157
4	9	740	740,000	17662.5					41.897	41.897	1.189	1.414
5	9	700	700,000	17662.5					39.632	39.632	-1.076	1.157
Jumlah					137.86	170.42	185.99	193.63	203.54	1067.948		21.57301
Kuat Tekan Rata-rata					27.573	34.084	37.197	38.726	40.708	42.717932		0.86292
Standar Deviasi					0.948							
Kuat Tekan Karakteristik					41.163							

Tabel 4 Hasil Kuat Tekan Karakteristik Menggunakan Sikament LN 1,3 %

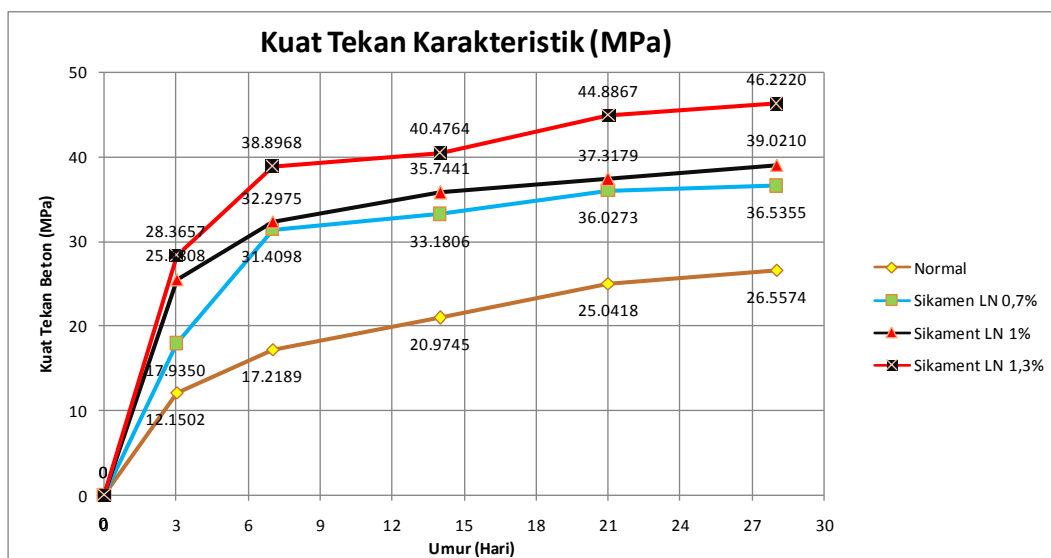
No Sample	Slump	Beban Max		Luas Penampang	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 H	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
		KN	N		Umur Beton (Hari)							
					3	7	14	21	28			
1	8	510	510,000	17662.5	28.875					51.562	-1.132	1.282
2	8	550	550,000	17662.5	31.139					55.606	1.132	1.282
3	8	530	530,000	17662.5	30.007					53.584	0.000	0.000
4	8	515	515,000	17662.5	29.158					52.068	-0.849	0.721
5	8	545	545,000	17662.5	30.856					55.101	0.849	0.721
1	8	700	700,000	17662.5		39.632				50.810	-0.170	0.029
2	8	700	700,000	17662.5		39.632				50.810	-0.170	0.029
3	8	690	690,000	17662.5		39.066				50.084	-0.736	0.542
4	8	715	715,000	17662.5		40.481				51.899	0.679	0.462
5	8	710	710,000	17662.5		40.198				51.536	0.396	0.157
1	8	750	750,000	17662.5			42.463		46.155	0.849	0.721	
2	8	720	720,000	17662.5			40.764		44.309	-0.849	0.721	
3	8	740	740,000	17662.5			41.897		45.540	0.283	0.080	
4	8	740	740,000	17662.5			41.897		45.540	0.283	0.080	
5	8	725	725,000	17662.5			41.047		44.617	-0.566	0.321	
1	8	800	800,000	17662.5				45.294		46.218	-1.076	1.157
2	8	810	810,000	17662.5				45.860		46.796	-0.510	0.260
3	8	815	815,000	17662.5				46.143		47.085	-0.226	0.051
4	8	840	840,000	17662.5				47.558		48.529	1.189	1.414
5	8	830	830,000	17662.5				46.992		47.951	0.623	0.388
1	8	865	865,000	17662.5					48.974	48.974	0.113	0.013
2	8	860	860,000	17662.5					48.691	48.691	-0.170	0.029
3	8	825	825,000	17662.5					46.709	46.709	-2.151	4.629
4	8	860	860,000	17662.5					48.691	48.691	-0.170	0.029
5	8	905	905,000	17662.5					51.238	51.238	2.378	5.655
Jumlah					150.04	199.01	208.07	231.85	244.30	1230.102746		20.771634
Kuat Tekan Rata-rata					30.007	39.802	41.614	46.369	48.861	49.20410986		0.8308653
Standar Deviasi					0.930							
Kuat Tekan Karakteristik					47.678							

Tabel 5 Perbandingan kuat tekan karakteristik

Umur Beton (Hari)	Beton Normal (MPa)	Sikament LN 0,7% (MPa)	Sikament LN 1% (MPa)	Sikament LN 1,3% (MPa)
0	0	0	0	0
3	13.8584	17.9350	25.4808	28.3657
7	17.2189	31.4098	32.2975	38.8968
14	20.9745	33.1806	35.7441	40.4764
21	25.0418	36.0273	37.3179	44.8867
28	26.5574	36.5355	39.0210	46.2220
Persentase Terhadap Beton Normal (%)	0	37.57	46.93	74.05



Gambar 1 Perbandingan kuat tekan karakteristik



Gambar 2 Perbandingan Kuat Tekan Karakteristik Beton dengan umur beton (kontrol slump 7-10 cm)

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian nilai kuat tekan karakteristik Beton umur 28 hari menggunakan Sikament LN (0,7 %, 1,0 %, 1,3 %) terjadi

peningkatan bila dibandingkan dengan beton normal tanpa *additive*. Kuat tekan karakteristik masing-masing variasi benda uji umur 28 hari berturut-turut mencapai (36,54 Mpa; 39,02 Mpa; dan 46,22 Mpa) sedangkan kuat tekan karakteristik beton normal tanpa *additive* 26,55Mpa.

2. Kuat tekan karakteristik beton pada umur 3 hari dengan tambahan Sikament LN 1,3%, kuat tekannya 28,3657 MPa sudah lebih tinggi dari kuat tekan karakteristik beton normal pada umur 28 hari yang kuat tekannya hanya 26,5575 MPa.
3. Dari kedua data diatas, terjadi kenaikan kuat tekan beton dan waktu pengerasan beton yang cepat, dimana semakin besar penambahan Sikament LN terhadap adukan beton dan slump yang dikontrol 7-10 cm, maka pengerasan beton akan lebih cepat dan kuat tekan beton akan meningkat.

SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Pencampuran Beton*, 2002

SNI 15-0302-2004, *Semen Portland Pozolan*, 2004

----- 2002. *Pedoman Pelaksanaan Pratikum Beton*. Pontianak: Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Sipil UNTAN Pontianak.

[http://idn.sika.com/dms/getdocument.get/c1859c0e-3540-36e4-b118-617d3cfbe0c0/sikament ln pds.pdf](http://idn.sika.com/dms/getdocument.get/c1859c0e-3540-36e4-b118-617d3cfbe0c0/sikament%20ln%20pds.pdf)

DAFTAR PUSTAKA

Djaja Mungok, Chrisna, 2003. *Buku Ajar Struktur Beton Bertulang I*, Pontianak: Fakultas Teknik Untan.

Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Surabaya: Penerbit Andi Yogyakarta Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya.

Nawy, E.G. 2010. *Beton Bertulang*. Diterjemahkan oleh : Bambang Suryoatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.

Riyu 2013. *Studi Beton Berkekuatan Tinggi (High Performance Concrete) Dengan Mix Design Menggunakan Metode ACI (American Concrete Institute)*. Pontianak: Fakultas Teknik Sipil Untan.